

Evaluación de las características sensoriales y propiedades reológicas de cobertura de chocolate con distintos porcentajes de cacao y mezcla láctea

Evaluation of sensory characteristics and rheological properties in chocolate coating with different percentages of cocoa and milk mixture

Ramirez-Arroyo, Yajayra^{1*}; Artica-Teves, Fiorella Milagros¹; Diaz de la Vega-Huanca, Marita Ada Shirley¹

¹Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Recibido: 11/12/2024 | Aceptado: 26/05/2025 | Publicado: 27/06/2025

Correspondencia*: yajayramirez20@gmail.com

RESUMEN

El mercado del chocolate superó los 206 mil millones de dólares, destacando el chocolate con leche. Se evaluó chocolates con diferentes porcentajes de cacao (50%, 60%, 70%, 80%) y mezcla láctea (leche en polvo, suero de leche, maltodextrina), utilizando un diseño aleatorio con ocho tratamientos y tres repeticiones. Los análisis fisicoquímicos mostraron que las coberturas con mezcla láctea presentaron una humedad de 0.8% a 1%, pH de 3.5 a 4.1, °Brix entre 69 y 72.5, y contenido de grasa de 20% a 36%. Las coberturas sin mezcla láctea mostraron una mayor humedad (1% a 1.5%) y un contenido de grasa de 17.21% a 37.5%. En términos de color, las coberturas con mezcla láctea fueron más claras, con mayor variación en los valores L*, a* y b*. Los análisis reológicos revelaron diferencias significativas en los parámetros de fluidez (n y K), con valores que variaron dependiendo de la cantidad de cacao y la mezcla láctea, evidenciando cambios en la textura y viscosidad del chocolate. El estudio revela que el cacao y la mezcla láctea influyen en el color, textura y sabor del chocolate. Las coberturas con mezcla láctea son más claras y menos viscosas, mientras que las sin mezcla son más resistentes. El cacao y la mezcla láctea afectan color, textura y sabor del chocolate, destacando notas grasosas, dulces, ácidas y amargas.

Palabras clave: Maltodextrina; perfil flash; viscosidad

ABSTRACT

The chocolate market exceeded 206 billion dollars, with milk chocolate standing out. Chocolates with different percentages of cocoa (50%, 60%, 70%, 80%) and milk mixture (milk powder, whey, maltodextrin) were evaluated using a randomized design with eight treatments and three replicates. The physicochemical analyses showed that the milk mixture toppings had a moisture content of 0.8% to 1%, pH of 3.5 to 4.1, °Brix between 69 and 72.5, and fat content of 20% to 36%. The toppings without milk mixture showed higher moisture (1% to 1.5%) and fat content from 17.21% to 37.5%. In terms of color, the milk-mixed toppings were lighter, with greater variation in L*, a* and b* values. Rheological analyses revealed significant differences in the fluidity parameters (n and K), with values that varied depending on the amount of cocoa and the milk mixture, evidencing changes in the texture and viscosity of the chocolate. The study reveals that cocoa and milk mixture influence the color, texture and flavor of chocolate. Milk-mixed coatings are lighter and less viscous, while non-milk-mixed coatings are more resistant. Cocoa and dairy blend affect chocolate color, texture and flavor, highlighting fatty, sweet, sour and bitter notes.

Keywords: Maltodextrin; flash profile; viscosity

Cómo citar este artículo: Ramirez-Arroyo, Y., Artica-Teves, F. M. & Diaz de la Vega-Huanca, M. A. S. (2025). Evaluación de las características sensoriales y propiedades reológicas de cobertura de chocolate con distintos porcentajes de cacao y mezcla láctea. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 6(1), 07-17. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v6i1.340>

1. INTRODUCCIÓN

En 2022, el mercado mundial de chocolatería superó los 206 mil millones de dólares, con una prevalencia del 70% de chocolates con leche, mientras que el 20% restante corresponde a chocolate oscuro o sin leche. El chocolate es la deformación de partículas (cacao, panela, tensioactivos, mezcla láctea etc.) suspendidas en la masa (Kiss et al., 2022).

Se considera chocolate a aquel producto que contiene al menos un 35% de cacao en grano y menos del 8% de manteca de cacao, los sucedáneos de chocolate contienen al menos 15% de cacao en grano y 15% de grasas vegetales, independientemente del tipo de cacao utilizado (Schantz & Rohm, 2005). Estas proporciones influyen directamente en las características sensoriales y las propiedades reológicas del producto final (Oblitas et al., 2023).

La reología, estudia la relación entre la tensión y deformación de los alimentos, proporciona información del comportamiento de los ingredientes y cómo se estructuran durante su procesamiento (Medina-Mendoza et al., 2021).

La estructura final del chocolate es el resultado de la interacción entre su formulación y las técnicas utilizadas durante su procesamiento (Jin et al., 2024). Un aspecto crucial es la cristalización de la manteca de cacao, donde la forma polimórfica V es la más deseada por garantizar solidez a temperatura ambiente y un derretimiento adecuado en la boca, entre los 35 y 36.5°C (Schroeder et al., 2024). Durante etapas como la formulación, el refinado y el templado, es esencial controlar la dispersión de las partículas en la fase líquida para lograr una textura uniforme (Keijbets et al., 2010). La composición de la fórmula también influye directamente en las propiedades reológicas y sensoriales del chocolate (Marques et al., 2024). Para analizar su comportamiento reológico, se ha utilizado el modelo de Casson, aunque presenta ciertas limitaciones, lo que ha motivado la búsqueda de factores de corrección y el desarrollo de modelos matemáticos alternativos más precisos (Califano & Spence, 2024).

Las mezclas lácteas son una alternativa en la fabricación de chocolates con leche, reduciendo costos de producción entre el 8% y 14% (Gonçalves & Lannes, 2010), además otorga al chocolate con leche un sabor característico (Lapčíková et al., 2022).

El Perfil Flash es un método rápido y eficaz para obtener perfiles sensoriales, incluso cuando se utilizan panelistas no entrenados. Las pruebas hedónicas, constituyen una herramienta valiosa para evaluar la aceptabilidad del producto final (Ellis & Gámbaro, 2024).

Bajo ese contexto el objetivo del estudio fue elaborar coberturas de chocolate con diferentes porcentajes de cacao y proporciones de mezcla láctea, determinar sus propiedades reológicas mediante el cálculo de las constantes fundamentales K (índice de consistencia) y n (índice de flujo) utilizando el método Mitschka a una temperatura constante de 40 °C, y evaluar tanto los atributos sensoriales como la aceptación de las distintas formulaciones mediante los métodos de Perfil Flash y pruebas de aceptabilidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se adquirió licor de cacao, manteca de cacao y panela de la empresa Amazonas Trading Perú SAC, la mezcla láctea se elaboró con 50% de leche en polvo, 40% suero de leche en polvo y 10% maltodextrina. Los ingredientes según la Tabla 1 de formulación se fundieron a 60 – 70°C y se refinó por seis horas en un Melanger con soporte de acero inoxidable y rodillos de piedra marca Diamond Custom – Modelo DCM-20, serie 20220520-6, se evaluó el tamaño de partícula de 0.030 µm con micrómetro digital, marca Mitutoyo QuantuMike con rango de 0-25 mm/0.001 – serie 293. Los diferentes tratamientos fueron moldeados en barras de 100gr, envasado en bolsas bilaminadas

(polietileno de baja densidad y aluminio), almacenado a 18°C por setenta y dos horas, luego se analizó el color con un colorímetro marca High Quality Colorimeter – modelo Shenzhen 3nh – 2022 por triplicado. Finalmente, se derritió 400 gr de diferentes chocolates según tabla 1 a 60°C en baño María constante, modelo L311005 marca WNE10 por 45 minutos, consecutivamente se calculó las propiedades reológicas con el viscometro Brookfield V5 – Programmable DV –III + Rhometer, a temperatura constante de 40°C, para los chocolates de 50% y 60% con o sin mezcla láctea se utilizó el husillo n° 6 y para los de 70% y 80% el husillo n°7.

Contiene los datos hallados en el trabajo se presentan en prosa, o en tablas o en figuras numeradas correlativamente con letra tamaño 10. Si los resultados los resultados se presentan en forma de tabla, se enumera en arábico, el título debe estar ubicado en la parte superior y se redacta tipo oración. La tabla se presentará Word o Excel, según su complejidad. El ejemplo se muestra en la Tabla 1. La tabla presentará sólo tres líneas horizontales: Superior, separador de datos y el inferior, salvo el caso de las tablas compuestas (No utilizar líneas verticales).

Tabla 1. Formulación de coberturas

Materia Prima	Formulación de cobertura con mezcla láctea			
Licor de Cacao	80%	70%	60%	50%
Mezcla Láctea	9.50%	19.50%	29.50%	39.55%
Panela	5%	5%	5%	5%
Manteca de cacao	5%	5%	5%	5%
Lecitina	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
Materia Prima	Formulación de cobertura sin mezcla láctea			
Licor de Cacao	80%	70%	60%	50%
Mezcla Láctea	0%	0%	0%	0%
Panela	14.50%	24.50%	34.50%	44.50%
Manteca de Cacao	5%	5%	5%	5%
Lecitina	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%

Los análisis fisicoquímicos se realizaron por triplicado: % de humedad según norma (AOAC International,2000), % de grasa total método (Codex Stan, 2003), sólidos solubles con el equipo HANNA HI96801y pH con Lovibond/ modelo SD50. Los valores L* (luminosidad), a* (rojo) y b* (azul violeta) se triplicaron para cada tratamiento. Las propiedades reológicas se calcularon en base al método MITSCHKA por triplicado (Martínez Icarte, 2002). Las características sensoriales fueron evaluadas por nueve panelistas entrenados trabajadores de la empresa Amazonas Trading Perú SAC y 60 panelistas sin entrenamiento, ambos con edades entre 20 y 35 años. Se utilizó la prueba hedónica para evaluar la aceptabilidad con valores de 1 malo, 2 regular, 3 bueno, 4 muy bueno y 5 excelente para los atributos: color, textura, sabor y aroma. Para el método Perfil Flash se realizó la prueba por un periodo de 45 minutos en dos secciones (Puma-Isuiza & Núñez-Saavedra, 2020).

Las muestras sometidas tuvieron medidas de 4*4 cm, un espesor de 1.2 cm y un peso de 8g, codificados con números aleatorios, durante la evaluación los panelistas disponían de agua y galletas entre las diferentes muestras.

3. RESULTADOS

La tabla 2 muestran los parámetros fisicoquímicos de coberturas de cacao con (T1-T4) y sin mezcla láctea, en general el porcentaje de mayor humedad, grasa y sólidos solubles totales es para la formulación con mezcla láctea. El análisis de varianza evidenció diferencias significativas con p 0.00, sin embargo, para el pH un valor 0.49.

Tabla 2. Análisis Físicoquímicos

Cobertura con mezcla láctea						
Tratamiento	Porcentaje de cacao	Mezcla Láctea	%H	pH	°Brix	%G
T1	50%	39.5%	0.80±0.005 ^h	3.54±0.47 ^a	69.41 ± 0.01 ^c	35.59 ± 0.01 ^b
T2	60%	29.5%	0.97±0.011 ^g	3.92±0.53 ^a	72.42 ± 0.15 ^a	20.52 ±0.01 ^g
T3	70%	19.5%	1.30±0.011 ^c	3.75±0.48 ^a	69.86± 0.05 ^b	26.20 ±0.02 ^d
T4	80%	9.5%	1.02±0.011 ^f	4.07±0.51 ^a	69.46 ± 0.23 ^c	31.40±0.02 ^c
Cobertura sin mezcla láctea						
Tratamiento	Porcentaje de cacao	Mezcla Láctea	%H	pH	°Brix	%G
T5	50%	0%	1.06±0.023 ^e	3.58±0.47 ^a	69.70 ± 0.0b ^c	17.21 ±0.01 ^h
T6	60%		1.14±0.017 ^d	4.04±0.53 ^a	70± 0.0 ^b	23.2 ±0.03 ^f
T7	70%		1.48±0.005 ^a	3.75±0.47 ^a	69.70± 0.20b ^c	25.7±0.01 ^e
T8	80%		1.43±0.005 ^b	4.09±0.51 ^a	69.93± 0.15 ^b	37.5±0.0 ^a

La tabla 3 muestra los parámetros colorimétricos (L*, a*, b*) de los distintos tratamientos. En las coberturas con mezcla láctea, el valor L*(luminosidad) reduce, a*(rojo-verde) y b*(amarillo-azul) intensifica. Las coberturas con mezcla láctea presentan mayor claridad y menor saturación de color comparado con las sin mezcla láctea. Se observan diferencias significativas entre las muestras analizadas, según el análisis de varianza (ANOVA). La cobertura con 50% de cacao y 39.5% de mezcla láctea (T1) muestra una mayor luminosidad (L*) y un color más claro en comparación con la cobertura de 80% de cacao sin mezcla láctea (T8).

Tabla 3. Parámetros colorímetros expresados en el sistema CieLab

Cobertura con mezcla láctea					
Tratamiento	Porcentaje de cacao	Mezcla Láctea	L*	a*	b*
T1	50%	39.50%	24.83±1.15 ^a	20.74±1.13 ^e	21.09±0.08 ^a
T2	60%	29.50%	23.18±1.49 ^a	21.88±0.51 ^{de}	20.77±2.36 ^a
T3	70%	19.50%	18.68±0.82 ^b	27.89±1.58 ^{bc}	18.85±0.12 ^a
T4	80%	9.50%	18.80±0.29 ^b	24.91±0.50 ^{cd}	14.82±0.05 ^{bc}
Cobertura sin mezcla láctea					
Tratamiento	Porcentaje de cacao	Mezcla Láctea	L*	a*	b*
T5	50%		13.52±0.31 ^d	35.43±0.77 ^a	15.46±0.40 ^{bc}
T6	60%		18.28±0.64 ^{bc}	21.88±1.54 ^{de}	9.51±0.99 ^d
T7	70%	0%	17.04±0.44 ^{bc}	28.86±0.39 ^b	15.96±0.64 ^b
T8	80%		16.06 ±0.92 ^c	27.52±1.71 ^{bc}	12.83±0.42 ^c

Los datos reológicos muestran diferencias significativas en n y K (p = 0.00). Según la tabla 4, el tratamiento con 70% de cacao y 19.5% de mezcla láctea presenta un n de 0.55, mientras que el tratamiento con 80% de cacao sin mezcla tiene un n de 0.97. En cuanto a K (Pa.s), el valor más bajo es 6.99 para el 70% sin mezcla láctea y el más alto es 25.99 para el 60% sin mezcla láctea.

Tabla 4. Valores de n y K

Cobertura con mezcla láctea				
Tratamiento	Porcentaje de cacao	Mezcla Láctea	n	K (Pa.s)
T1	50%	39.5%	0.79±0.04 ^b	13.10±1.06 ^b
T2	60%	29.5%	0.83 ±0.09 ^{ab}	7.14±0.87 ^c
T3	70%	19.5%	0.55±0.05 ^c	13.68±2.85 ^b
T4	80%	9.5%	0.76±0.006 ^b	10.70±0.02 ^{bc}
Cobertura sin mezcla láctea				
Tratamiento	Porcentaje de cacao	Mezcla Láctea	n	K
T5	50%	0%	0.75±0.03 ^b	14.40±1.15 ^b
T6	60%		0.34±0.06 ^d	25.99±0.43 ^a
T7	70%		0.83±0.04 ^{ab}	6.99±1.61 ^c
T8	80%		0.97±0.04 ^a	1.93±0.57 ^d

3.1. Análisis Sensorial

3.1.1. Prueba Hedónica

La tabla N° 5 muestra los resultados de análisis hedónico de muestras con diferentes atributos sensoriales, 8 muestras con valores que indican puntuación otorgada por los evaluadores. Las letras en cada puntuación sugieren diferencias significativas en las evaluaciones y de acuerdo al valor p 0.00 según ANOVA.

Tabla 5. Análisis de aceptación

Prueba Hedónica Jueces no entrenados					
Códigos	Muestras	Color	Textura	Sabor	Olor
506	T1	3.18 ^{bcde}	2.76 ^c	3.03 ^{abc}	3.25 ^a
345	T2	2.9 ^e	2.88 ^{bc}	3.11 ^{abc}	3.10 ^{ab}
123	T3	3.68 ^a	3.53 ^a	3.25 ^{ab}	3.41 ^a
650	T4	3.13 ^{cde}	3.33 ^{ab}	3.53 ^a	3.41 ^a
637	T5	3.03 ^{de}	2.866 ^{bc}	2.88 ^{bc}	2.63 ^b
914	T6	3.5 ^{abcd}	3.13 ^{abc}	2.64 ^c	3.21 ^a
715	T7	3.6 ^{abc}	3.43 ^a	3.11 ^{abc}	3.13 ^{ab}
876	T8	3.66 ^{ab}	3.36 ^{ab}	3.21 ^{abc}	3.5 ^a

Las muestras analizadas en la tabla 6 por jueces entrenados en el rubro de chocolates, según ANOVA existen diferencias significativas con un valor p 0.00 para los atributos sensoriales (color, textura, sabor, aroma) de ocho muestras.

Para el color y la textura no se encontraron diferencias significativas entre las muestras con puntuaciones similares. En el caso del sabor la muestra T4 con el código 650 y T7 con código 715 con altas puntuaciones están en la categoría "a" son mejores que las otras muestras. En función al Aroma la muestra T4 con código 650 y T6 con código 914 obtuvieron las puntuaciones altas, pero hay como T1 con código 506 y T3 con código 123 que tienen diferencia significativa menores. Algunas muestras son preferidas sensorialmente por los jueces entrenados en función de estos atributos.

Tabla 6. Análisis de jueces entrenados

Prueba Hedónica - Jueces entrenados					
Códigos	Muestras	Color	Textura	Sabor	Aroma
506	T1	4.33 ^a	4.4 ^a	2.62 ^{bc}	3.25 ^{ab}
345	T2	4.22 ^a	3.4 ^a	3.37 ^{abc}	4.00 ^{ab}
123	T3	4.33 ^a	4.4 ^a	3.12 ^{abc}	2.875 ^b
650	T4	4.22 ^a	3.88 ^a	4.62 ^a	4.375 ^a
637	T5	4.22 ^a	3.88 ^a	2.87 ^{abc}	4.00 ^{ab}
914	T6	4.44 ^a	4.00 ^a	3.50 ^{abc}	4.37 ^a
715	T7	4.22 ^a	3.77 ^a	4.375 ^{ab}	3.62 ^{ab}
876	T8	4.22 ^a	3.66 ^a	3.87 ^{abc}	4.25 ^a

3.1.2. Perfil Flash

En el contexto del Anova para la evolución de perfil flash para jueces no entrenados, en magnitud de la influencia de cada atributo sobre el producto. El valor 0 significa que el atributo tiene poco efecto sobre el producto. Los atributos con bajo efecto según ANOVA son: dulce, sabor lácteo, oscuro, amargo y agrio; con valores insignificantes para los jueces no entrenados. Los efectos moderados percibidos son grumosos, sabor nuez, sabor cacao y duro, son característica que están presentes en las muestras, pero no sobresalen. Los atributos significativos para los jueces son: tostado, ácido, grasoso, color marrón; con valores mayores a 0.5 p valué. La lista de atributos sensoriales analizadas por un panel entrenado, cuantificando el grado de presencia del atributo en las muestras. El perfil está compuesto por principalmente atributos como: **grasoso** (0.820), **dulce** (0.673), **ácido** (0.695) y **amargo** (0.530). Tiene una textura ligeramente **dura** (0.218) y **grumosa** (0.154). Atributos como **sabor lácteo**, **tostado**, y **panela** no son perceptibles (0.000).

Según la figura 1 de los códigos 876,715 y 974 tienen perfiles similares en los compontes F1 (dulce) y F2 (Sabor cacao), comparados con el código 123 y 876 con características distintas en función a F1 y F2. Las muestras 123 y 506 son aquellos que tienen el perfil diferente respecto al promedio general. Para la figura 2 (jueces entrenados) las muestras analizadas como 637,650 y 974 representan perfiles similares en términos de las características principales, para los códigos 123 y 506 indican que sus características difieren significativamente. Los jueces entrenados discriminaron a los códigos 876 y 715 con características positivas en ambos cuadrantes, destacándolos en comparación con otros, el código 506 es la muestra con valores negativos en ambas dimensiones, lo que sugiere características opuestas a los productos.

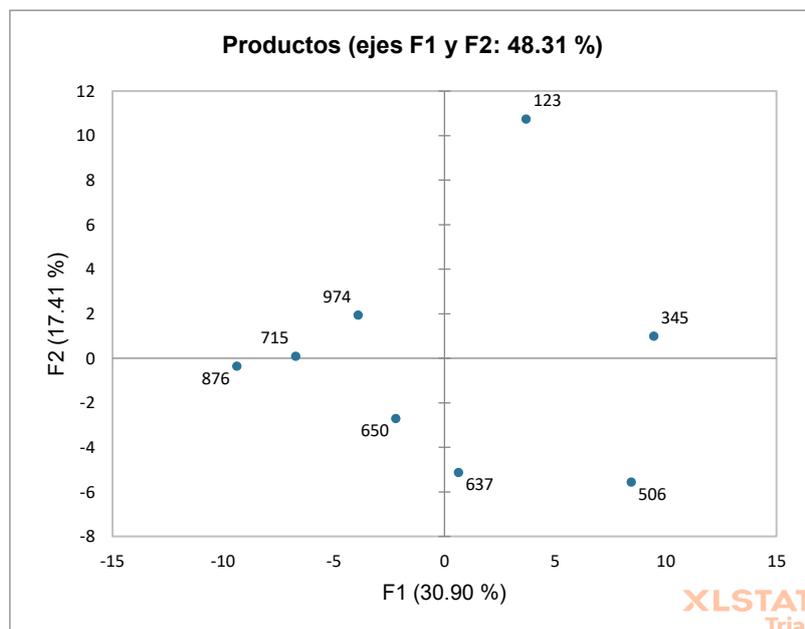


Figura 1. Espacio sensorial entre las muestras

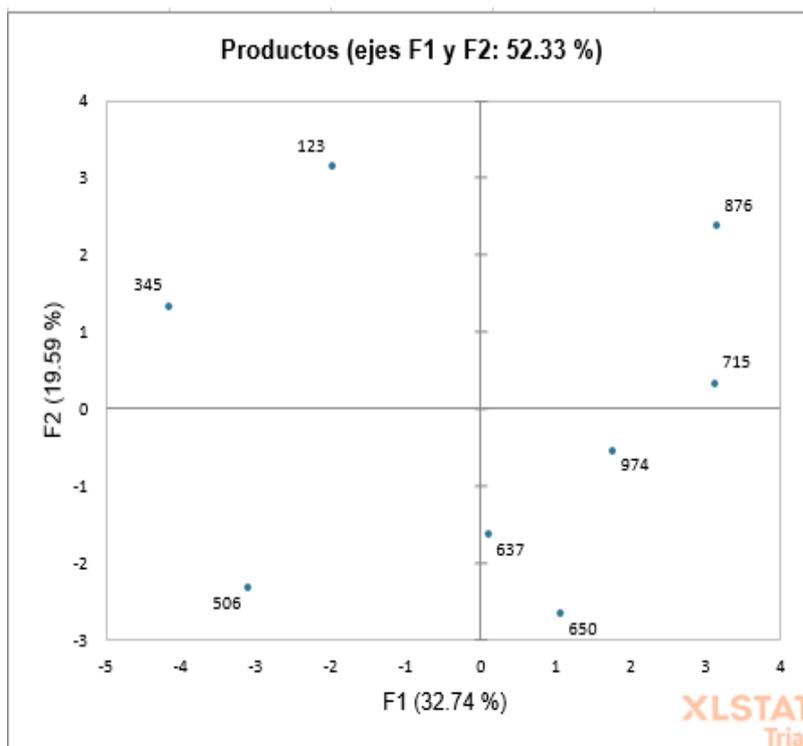


Figura 2. Espacio sensorial - Jueces entrenado

4. DISCUSIÓN

Dentro del parámetro de los análisis fisicoquímicos, Rodríguez Pérez (2021) menciona que la humedad es dependiente de la formulación del chocolate, en chocolates con altos porcentaje de cacao menor humedad y mayor en chocolates con leche en polvo o mezcla láctea, ocurre por las partículas hidrofílicas presentes en el chocolate, mayor porcentaje de grasas láctea en el chocolate la capacidad de repeler la humedad es menor. El refinado a través de fuerzas (cizallamiento) reduce el tamaño de las partículas cada vez más pequeñas hasta recubrirse de grasa, aislándose unas de otras, los ingredientes se modifican físicamente y química, desarrollando humedades de 0.8 a 2%. Para mejorar el porcentaje de humedad se añade mezclas lácteas o mayor cantidad de manteca de cacao. Lares et al. (2016) encontraron que el pH de los chocolates varía según el tratamiento postcosecha, con granos fermentados mostrando un pH de 1.83 y granos fermentados, secados y tostados un pH de 3.65. El porcentaje de grasa en los chocolates varía según los ingredientes principales y el contenido graso de las leches usadas (Yadav et al., 2016).

Asimismo, para los análisis colorimétricos según la tabla 3 estos resultados coinciden con estudios previos que indican que las partículas más finas ($\text{ØP} = 20 - 32 \mu\text{m}$) dispersan más luz, lo que genera una apariencia más clara y luminosa (Calderon Pino, 2019). Además, según Sözeri Atik et al. (2020), factores como la formulación, el temperado, la genética del grano, el tiempo de tostado y niveles bajos de azúcares contribuyen a obtener chocolates más oscuros. El temperado tiene como propósito obtener el polimorfo V en particular, con una transición de fase que se realiza bajo control de temperatura, tiempo y agitación que generan burbujas que afectan el valor de L^* dejando espacios de aire en la estructura poliformica.

Según Kiumarsi et al. (2017) se forman por la tensión superficial durante el moldeado y la viscosidad del chocolate, la tensión superficial en el chocolate es la fuerza que permite que las moléculas en la superficie se atraigan, afectando cómo se adhiere y distribuye en los moldes.

Una tensión adecuada asegura un esparcimiento uniforme sin burbujas, puede ajustarse con grasa (manteca de cacao u mezcla láctea) y temperatura. Un aumento de grasa y temperaturas más altas reducen la tensión superficial, pero deben controlarse para evitar problemas de cristalización. Un equilibrio entre tensión superficial y viscosidad es esencial para un moldeo óptimo, logrando la textura, brillo y calidad deseada (Beckett, 2008).

El blanqueo del chocolate, o "fat bloom", ocurre cuando la grasa se recristaliza en la superficie debido a cambios de temperatura, almacenamiento inadecuado o mala temperación, afectando su apariencia sin alterar su sabor ni seguridad (Rincón Cardona & Herrera, 2013).

En cuanto a los valores de (a*) rojo-verde, el análisis (ANOVA) revela diferencias significativas entre las coberturas con valores de 20.74 y 35.43 (a*). Esto se debe a la adición de sólidos como leche o panela, que diluyen la intensidad del color en los chocolates (de Jesus Silva et al., 2020) mencionan que valores altos de a* identifican una tendencia a tonos rojos, esto se debe a la variedad del grano y al correcto proceso de fermentado. El valor (b*) amarillo a azul los datos obtenidos indican que los chocolates tienen un rango entre 9.51 y 21.09 están ubicados en tonalidades no tan oscuras, evidenciando tendencia al color amarillo.

Finalmente, en cuestión con los análisis reológicos, los factores que afectan las propiedades reológicas son el contenido de grasa (manteca de cacao o mezcla láctea), emulsionantes, la humedad que actúa como plastificante ha consecuencia resistencia al flujo, tamaño de partícula con mayor contenido de sólidos mayor resistencia, la temperatura y tiempo de refinado (Verde et al., 2022). En ese sentido, Saputro et al. (2017) recomiendan aumentar el porcentaje de manteca para reducir la interacción entre partículas en el proceso de refinado, puesto que las partículas más finas aumentan la viscosidad plástica y el límite elástico. Las mezclas lácteas con maltodextrina forman emulsiones e incrementan el contenido de humedad, por lo tanto, los valores de n y K.

Los valores de n y K en chocolates tradicionales sin leche son similares a los reportados por (Kiumarsi et al., 2017), y el aumento del límite de fluidez fue mayor en chocolates sin leche con un mayor contenido de azúcar. Lapčík et al. (2020) y Lapčíková et al. (2022) observaron que las propiedades reológicas de chocolates con leche variaron entre 32 y 112 Pa.s, similares a los resultados obtenidos en la presente investigación. Lapčíková et al. (2022) analizaron muestras sin suero de leche con resultados más altos de n y K, mientras que concentraciones con suero en polvo mostraron una tendencia decreciente en los valores de K.

Sin embargo, Sözeri Atik et al. (2020) encontraron valores más bajos de viscosidad en chocolates 80% sin leche, similares a los de este estudio. Este fenómeno se atribuye a la interacción partícula basada en grasa. Todos los tratamientos contenían un 0.5% de lecitina, que, según el autor, tiene un efecto insignificante en la adsorción de superficies hidrófilas e hidrófobas, como el azúcar y la manteca de cacao, lo que resulta en mayores valores de viscosidad.

CONCLUSIONES

Se elaboraron coberturas de chocolate con diferentes porcentajes de cacao, desde el 50% hasta el 80%, utilizando dos formulaciones: una con mezcla láctea, que varió entre el 9.5% y el 39.5%, y otra sin mezcla láctea. Se determinaron las constantes reológicas "n" (índice de flujo) y "K" (índice de consistencia) mediante el método de Mitschka, aplicado a una temperatura constante de 40 °C; los valores obtenidos oscilaron entre 0.55 y 0.97 para "n" y entre 1.93 y 25.99 para "K". Paralelamente, se evaluaron los atributos sensoriales utilizando el método Perfil Flash, una técnica rápida y eficiente que permitió a jueces no entrenados destacar atributos como el dulzor y el sabor del cacao, mientras que jueces entrenados identificaron como tratamientos principales los códigos 637 (T5), 650 (T4) y 974 (T6). En conjunto, los resultados indicaron que el porcentaje de cacao y la

proporción de mezcla láctea influyen significativamente en las propiedades reológicas y en las características sensoriales del chocolate

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, software, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición: Ramirez-Arroyo, Y., Artica-Teves, F. M. & Diaz de la Vega-Huanca, M. A. S.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beckett, S. T. (2008). *The Science of Chocolate*. The Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781847558053>
- Calderon Pino, J. (2019). *Color, evaluación sensorial, fenoles totales, antocianinas, del chocolate oscuro, con leche, con aguaymanto, gongapa con diferentes tamaños de partículas* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>
- Califano, G., & Spence, C. (2024). Consumer preference and willingness to pay for 3D-printed chocolates: A discrete choice experiment. *Future Foods*, 9, 100378. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100378>
- de Jesus Silva, G., Gonçalves, B. H. R. F., Conceição, D. G., Fontan, G. C. R., Santos, L. S., & Ferrão, S. P. B. (2020). Multivariate analysis applied for correlations between analytical measures and sensory profile of goat milk chocolate. *Journal of Food Science and Technology*, 57(2), 444–453. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04072-2>
- Ellis, A. C., & Gámbaro, A. (2024). Description of virgin olive oil: Descriptive evaluation by trained assessors vs flash profile using panels with diverse degrees of training. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 36, 100895. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100895>
- Gonçalves, E. V., & Lannes, S. C. da S. (2010). Chocolate rheology. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(4), 845–851. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400002>
- Jin, J., Shen, L., Ye, X., Wang, J., Hartel, R. W., & Zhao, L. (2024). Effects of surface modification of sucrose particles on chocolate morphology and fat bloom during storage. *Journal of Food Engineering*, 379, 112125. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112125>
- Keijbets, E. L., Chen, J., & Vieira, J. (2010). Chocolate demoulding and effects of processing conditions. *Journal of Food Engineering*, 98(1), 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.12.019>
- Kiss, M., Czine, P., Balogh, P., & Szakály, Z. (2022). The connection between manufacturer and private label brands and brand loyalty in chocolate bar buying decisions – A hybrid choice approach. *Appetite*, 177, 106145. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.106145>
- Kiumarsi, M., Rafe, A., & Yeganehzad, S. (2017). Effect of different bulk sweeteners on the dynamic oscillatory and shear rheology of chocolate. *Applied Rheology*, 27(6), 1–9. <https://doi.org/10.3933/APPLRHEOL-27-64123>

- Lapčík, L., Vašina, M., Lapčíková, B., Staněk, M., Ovsík, M., & Murtaja, Y. (2020). Study of the material engineering properties of high-density poly(ethylene)/perlite nanocomposite materials. *Nanotechnology Reviews*, 9(1), 1491–1499. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2020-0113>
- Lapčíková, B., Lapčík, L., Salek, R., Valenta, T., Lorencová, E., & Vašina, M. (2022). Physical characterization of the milk chocolate using whey powder. *LWT*, 154, 112669. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112669>
- Lares, M., Perez, E., Alvarez, C., Perozo, J., & El, S. (2016). Cambios de las propiedades fisico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio. *Agronomía Tropical*, 63(1), 37–47. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Marques, C., Toazza, C. E. B., Bona, E., Mitterer-Daltoé, M. L., & Masson, M. L. (2024). Sensory profile estimation of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) juice acidified with lactobionic acid: Combination of flash profile, E-nose and sensometrics. *Food Chemistry Advances*, 4, 100591. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100591>
- Martínez Icarte, R. M. (2002). *Caracterización del comportamiento reológico de sopa crema orientada a control de calidad*.
- Medina-Mendoza, M., Rodríguez-Pérez, R. J., Rojas-Ocampo, E., Torrejón-Valqui, L., Fernández-Jeri, A. B., Idrogo-Vásquez, G., Cayo-Colca, I. S., & Castro-Alayo, E. M. (2021). Rheological, bioactive properties and sensory preferences of dark chocolates with partial incorporation of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Heliyon*, 7(2), e06154. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06154>
- Oblitas, R., Quispe Sanchez, L., Oliva, M., & Chavez, S. (2023). Efecto de la incorporación de lecitina sobre las propiedades físicas de los chocolates oscuros. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 4(2), 10–16. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i2.193>
- Puma-Isuiza, G. G., & Núñez-Saavedra, C. (2020). Comparación del Perfil Flash y Napping®-UPF en la caracterización sensorial de hot-dog. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 22(2), 135–145. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.601>
- Rincón Cardona, J. A., & Herrera, M. L. (2013). Chocolate. *Ciencia e Investigación*, 63(2), 55–62.
- Rodríguez Pérez, L. (2021). *Desarrollo de metodología para estudio de vida útil acelerada en chocolates*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/56787>
- Saputro, A. D., Van de Walle, D., Kadivar, S., Mensah, M. A., Van Durme, J., & Dewettinck, K. (2017). Feasibility of a small-scale production system approach for palm sugar sweetened dark chocolate. *European Food Research and Technology*, 243(6), 955–967. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2812-z>
- Schantz, B., & Rohm, H. (2005). Influence of lecithin–PGPR blends on the rheological properties of chocolate. *LWT - Food Science and Technology*, 38(1), 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.03.014>
- Schroeder, S., Schimke, L. M., Bindrich, U., Dewettinck, K., Franke, K., Heinz, V., de Walle, D. Van, & Middendorf, D. (2024). Influence of PET as single-use contact material on gloss and surface properties of chocolate. *Food Structure*, 40, 100375. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2024.100375>
- Sözeri Atik, D., Bölük, E., Toker, O. S., Palabiyik, I., & Konar, N. (2020). Investigating the effects of Lecithin-PGPR mixture on physical properties of milk chocolate. *LWT*, 129, 109548. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109548>
- Verde, A. B., Alvim, I. D., Luccas, V., Marangoni, L., & Alves, R. M. V. (2022). The influence of formulation and packaging material on the rheological properties of milk chocolate. *Applied*

Food Research, 2(2), 100199. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100199>

Yadav, A. K., Singh, J., & Yadav, S. K. (2016). Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(2), 96–102. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i2.10719>